

ヒカゲチョウの HSI モデル (2011 年 3 月版)

1. ハビタット利用に関する既存文献情報

1-1. 分布・保護的位置づけ

ヒカゲチョウ (*Lethe sicelis*) は、本州、四国、九州に分布する。北海道、対馬、種子島、屋久島およびそれ以南の南西諸島には分布しない(福田ほか 1984、白水 2006)。本種は朝鮮半島でも捕獲の記録が残されているが、白水(2006)は、この真偽について疑問を呈しており、猪又・松本(1995)は本種を日本の固有種としている。本州、四国では分布は広く、東京付近や京阪神地方では平地にも普通である(白水 2006)。九州では福岡県、大分県、熊本県に分布し、福岡県では低地に広く見られるが、大分県、熊本県では特定の地域の山地でのみ見られる。離島では淡路島と小豆島で産する(福田ほか 1984)。関東地方から中部地方以西の本州では、低地帯と内陸部の比較的高地に分かれて住む傾向が報告されている(白水 2006)。福岡県では絶滅危惧 I 類(福岡県 2001)、新潟県、熊本県では絶滅危惧 II 類(新潟県 2001、熊本県 2009)、青森県では C ランク(国の準絶滅危惧種に相当する種)(青森県 2010)、秋田県では情報不足(秋田県 2002)に指定されている。

1-2. ハビタットや生活史の概要

日本の里山に多く見られる種である(Ishii et al. 1995, Ishii 1996)。主な生息地は樹林であるが、近縁種のクロヒカゲよりも一般に明るい環境を好み、林縁部でも活動するとされている(福田ほか 1984)。秋田県では、ミズナラ、ブナなどの河畔林林縁部に生息する(秋田県 2002)。

年 2 回発生し、九州北部あたりの暖地では、第 1 化の発生が 5~6 月、第 2 化は 8~9 月、関東の平地では、6 月上旬~7 月上旬、第 2 化は 8 月上旬~10 月に出現する。山地では、年 1 化の場合もある(福岡県 2001、白水 2006)。日中は、林内の下草上にとまっていることが多く、夕方頃や薄曇りの日に活発に飛ぶ。雄は葉上にとまり、縄張りを作る。第 1 世代の成虫は、林内の明るい環境や林縁部で活動する傾向がある。第 2 世代の成虫は、路上や崖などの湿った土地に群集を作り、盛夏の日中は、林内の崖地でじっとしていることが多い(福田ほか 1984)。

幼虫で越冬する。コマユバチの寄生率が高いとされる(福田ほか 1984)。

1-3. 食物

成虫は、クリ、クヌギ、コナラ、ヤナギ、タブノキなどの樹液のほか、動物の糞、動物の死体、落果・腐果などに集まる。訪花の習性は弱いが、ウド、ノリウツギ、ヒヨドリバナ・オカトラノオ等白色系の花への訪花が報告されている(福田ほか 1984、白水

【本モデルの引用例】(財)日本生態系協会ハビタット評価グループ(2011)ヒカゲチョウの HSI モデル(2011 年 3 月版)。(財)日本生態系協会,東京.

2006)。

関東近辺の 25 年のサイクルで管理されたクヌギやコナラ林では、伐後 25 年経った林に樹液を分泌している木が最も多く、ヒカゲチョウの密度も高かった。しかし、二次林の伐跡にも、伐採後 5 年ほど経つと、個体が確認されるようになる (Kobayashi et al. 2010)。

1-4. カバー・繁殖

産卵は、午後 2 時以降におこなわれることが多い。食草の葉上に横向き、または直接葉裏にとまり、葉裏に 1 卵を産付する。産卵位置は地上 1m 以下の低いところを好む。産卵後はすぐに飛び去る場合と、近辺の食草に移り、産卵を繰り返す場合とがある (福田ほか 1984)。愛知・三重の平地での卵期は 5~7 日間という報告がある (安藤 1949)。

幼虫の食草は、メダケ・ヤダケ・アズマネザサ・マダケ・ネザサ・シャコタンチク・クマザサ・ゴキダケ・オクヤマザサ・イワテザサ・ネリヒラダケ・チシマザサ・オカメザサなどのタケ・ササ類 (福田ほか 1984, 白水 2006)。秋田県ではクマイザサを利用する (秋田県 2002)。

幼虫は、非越冬時には食草の葉裏に吐糸し、その場に基部の方を向いて静止している (浜 1975)。越冬時は、地上の低い葉の裏や、落葉中に潜む。主として 3 齢、一部 4 齢で越冬する (福田ほか 1984)。浜 (1975) は、長野県では、越冬はすべて食草の葉裏でおこなわれており、地表へ降りた越冬幼虫の例はないとしている。

自然状態の蛹の発見例は少ないが、コシノカンアオイの葉裏 (福島県)、食草の葉裏、ススキの葉裏、その他の植物の葉裏、壁・板等の人工物などがある。蛹は緑色系で、ほとんど無紋に近いものから、灰褐色~黒褐色の斑紋のあるものまで、変異がある。緑灰色のものはあるが、純粋な褐色系の蛹は報告がない (福田ほか 1984)。

2. ハビタット適性指数モデルの構築方法

前節の文献調査結果より、ヒカゲチョウのハビタット適性は、カバー条件、食物条件、繁殖条件によって決定されるとし、これらの生存必須条件に関する適性値を順にカバー適性 (SIcover)、食物適性 (SIfood)、繁殖適性 (SIrep) とした。パフォーマンスメジャー (PM) は、成虫の相対個体数密度とした。

モデルは 2006 年の 5~8 月に埼玉県狭山市 (標高 50~70m)、さいたま市 (標高 10~15m)、秩父市 (標高 230~390m) において取得したデータ、2008 年に国立科学博物館附属自然教育園 (東京都港区) とその周辺の市街地や公園 (標高 5~30m)、および、京都府右京区および北区 (標高 60~200m) において取得したデータを用いて構築した。

調査は成虫の個体数調査と環境調査から成る。個体数調査は調査ルートから原則として片側 5m ずつを調査範囲とする延長約 500m のベルトトランセクトを、上記調査地に 86 区画設定して、5 月下旬~8 月下旬の半月に 1 回ずつ、原則として雨天時を避けた日中に

時速 2~3km で徒歩によるセンサスを行い、観察範囲に出現したヒカゲチョウ成虫の位置や個体数を記録することにより実施した。環境調査は、本種のセンサスを実施した調査ルートから原則として片側 25m ずつの範囲において、植物の被度を階層別に目測で把握する方式で実施した。階層は、高さ 8m 以上を HC1 層、高さ 2~8m を HC2 層、高さ 0.5~2m を HC3 層、高さ 0.5m 未満を HC4 層とした。現地調査により、各層ごとに、枝葉や幹、枯死部も含めた全ての植物体の地面に対する被覆割合を測定した。なお、被度の測定時には針葉樹、広葉樹、竹笹類を分けて記録した。これらの調査結果と前節の文献調査の結果より、表 1 のようにハビタット変数候補を設定した。

そして、本種のハビタット適性に強く影響する可能性のあるハビタット変数候補の組み合わせを検討し、各モデル候補に対して、上記で得られたデータによる分位点回帰を行い、AICc を用いて最も適切なモデルの選択を行った。

なお、86 区画における、センサス 1 回あたりのヒカゲチョウの個体数密度の平均と標準偏差は 9.3 ± 31.1 頭/100ha、範囲は 0~253.9 頭/100ha であったが、この内、平均 (9.3) に標準偏差の 4 倍を加算した値 (133.7) を超える 1 つの調査区画については、外れ値として分析から除外し、残りの 85 区画を用いて検討を行った。

表1. ヒカゲチョウのハビタット変数候補

変数記号	内容
HC1	展葉期におけるHC1層の被度
HC2	展葉期におけるHC2層の被度
HC3	展葉期におけるHC3層の被度
HC4	展葉期におけるHC4層の被度
HC1bl	展葉期におけるHC1層の広葉樹被度
HC2bl	展葉期におけるHC2層の広葉樹被度
HC3bmb	展葉期におけるHC3層の竹笹類被度
HC4bmb	展葉期におけるHC4層の竹笹類被度

3. ハビタット適性指数モデルの構築結果

既存文献情報およびセンサス結果より、本種のハビタットには基本的に樹林が含まれることが予想されたため、成虫のカバー適性 (SIcover) に関しては、HC1 層を含む変数の組み合わせを検討した (表 2)。次いで、成虫の食物である樹液を供給する広葉樹の被度を、食物適性 (SIfood) に関するハビタット変数候補として、複数の組み合わせについて検討した (表 3)。さらに、繁殖適性 (SIrep) については、産卵植物である竹笹類の内、HC3 層以下の層における被度を検討した (表 4)。

表2. ヒカゲチョウのカバー適性モデルの候補 (PM: パフォーマンス・メジャー)。

候補モデルNo.	モデル式
モデル0	$PM = b_0$
モデル1	$PM = b_0 + b_1 * (HC1 + HC2)$
モデル2	$PM = b_0 + b_1 * (HC1 + HC2) + b_2 * (HC3 + HC4)$
モデル3	$PM = b_0 + b_1 * HC1$
モデル4	$PM = b_0 + b_1 * HC1 + b_2 * (HC3 + HC4)$
モデル5	$PM = b_0 + b_1 * HC1 + b_2 * HC2$
モデル6	$PM = b_0 + b_1 * HC1 + b_2 * HC2 + b_3 * (HC3 + HC4)$
モデル7	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1 + 1)$
モデル8	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1 + 1) + b_2 * \log(HC2 + 1)$
モデル9	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1 + 1) + b_2 * \log(HC2 + 1) + b_3 * \log(HC3 + HC4 + 1)$
モデル10	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1 + 1) + b_2 * \log(HC3 + HC4 + 1)$
モデル11	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1 + HC2 + 1)$
モデル12	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1 + HC2 + 1) + b_2 * \log(HC3 + HC4 + 1)$

表3. ヒカゲチョウの食物適性モデルの候補 (PM: パフォーマンス・メジャー)。

候補モデルNo.	モデル式
モデル0	$PM = b_0$
モデル1	$PM = b_0 + b_1 * (HC1bl + HC2bl)$
モデル2	$PM = b_0 + b_1 * HC1bl$
モデル3	$PM = b_0 + b_1 * HC1bl + b_2 * HC2bl$
モデル4	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1bl + 1)$
モデル5	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1bl + 1) + b_2 * \log(HC2bl + 1)$
モデル6	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC1bl + HC2bl + 1)$

表4. ヒカゲチョウの繁殖適性モデルの候補 (PM: パフォーマンス・メジャー)。

	ハビタット変数
モデル0	$PM = b_0$
モデル1	$PM = b_0 + b_1 * (HC3bmb + HC4bmb)$
モデル2	$PM = b_0 + b_1 * HC3bmb + b_2 * HC4bmb$
モデル3	$PM = b_0 + b_1 * HC4bmb$
モデル4	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC3bmb + 0.1) + b_2 * \log(HC4bmb + 0.1)$
モデル5	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC3bmb + 1) + b_2 * \log(HC4bmb + 1)$
モデル6	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC3bmb + HC4bmb + 0.1)$
モデル7	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC3bmb + HC4bmb + 1)$
モデル8	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC4bmb + 0.1)$
モデル9	$PM = b_0 + b_1 * \log(HC4bmb + 1)$

各組み合わせについて、 $\tau=0.9$ における多変数の分位点回帰を行い AICc を比較したところ、カバー適性についてはモデル 4 が、食物適性についてはモデル 2 が、繁殖適性についてはモデル 8 が最も小さな値をとった。

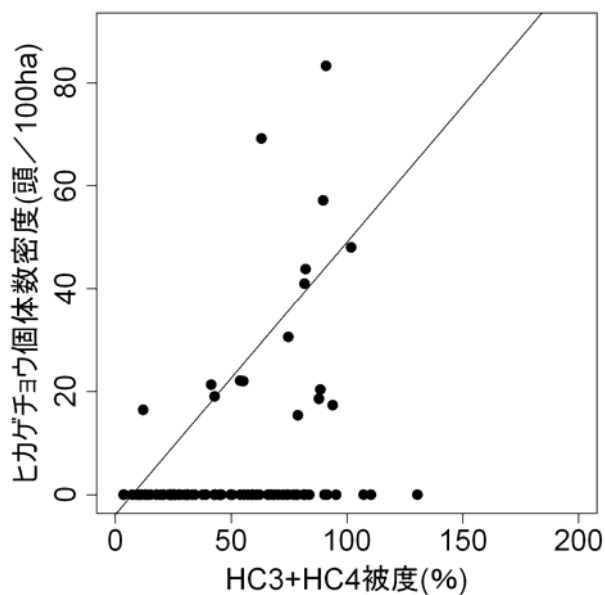


図 1. カバー適性に係るモデル 4 による分位点回帰直線 ($\tau=0.9$, HC1=0 の場合).

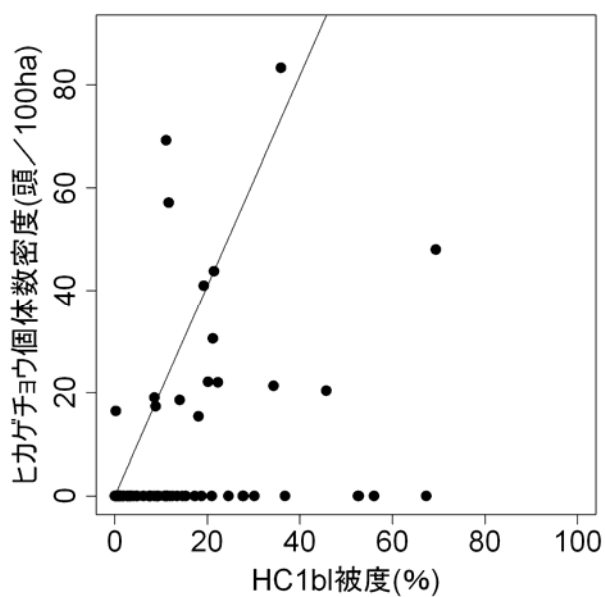


図 2. 食物適性に係るモデル 2 による分位点回帰直線 ($\tau=0.9$).

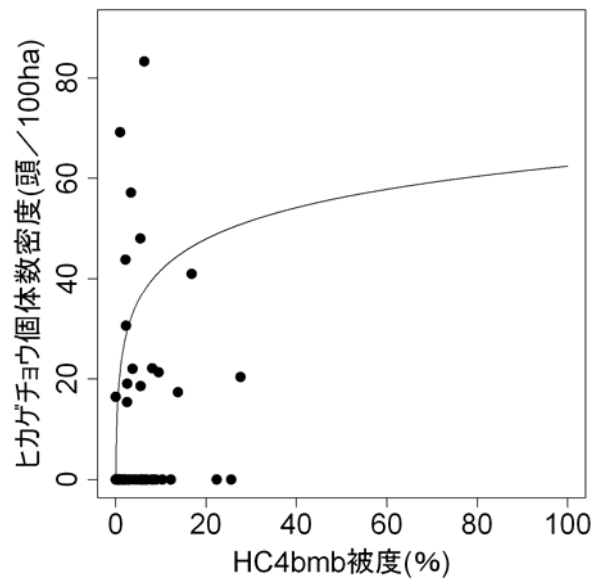


図3. 繁殖適性に係るモデル8による分位点回帰直線 ($\tau=0.9$).

以下に、モデルに取り入れたハビタット変数と、各生存必須条件の適性値を求める式を整理した。

HC1：展葉期における HC1 層の植物被度 (%)

HC3：展葉期における HC3 層の植物被度 (%)

HC4：展葉期における HC4 層の植物被度 (%)

HC1bl：展葉期における HC1 層の広葉樹被度 (%)

HC4bmb：展葉期における HC4 層の竹笹類被度 (%)

カバー適性(SIcover) =

$$-5.45 \cdot 10^{-2} + 1.14 \cdot 10^{-3} \cdot \text{HC1} + 7.47 \cdot 10^{-3} \cdot (\text{HC3} + \text{HC4})$$

ただし、HC1 が 70.7 以上の場合は、HC1 = 70.7

HC3+HC4 が 130.4 以上の場合は、HC3+HC4 = 130.4

$$0.0 \leq \text{SIcover} \leq 1.0$$

食物適性(SIfood) = $-1.81 \cdot 10^{-7} + 2.46 \cdot 10^{-2} \cdot \text{HC1bl}$

ただし、 $0.0 \leq \text{SIfood} \leq 1.0$

繁殖適性(SIrep) = $4.07 \cdot 10^{-1} + 1.77 \cdot 10^{-1} \cdot \text{LN}(\text{HC4bmb} + 0.1)$

ただし、 $0.0 \leq \text{SIrep} \leq 1.0$

生存必須条件を HSI に統合する式として、最小関数、乗法関数、2 乗根、幾何平均の

4 つの統合式候補について検討したところ、AICc が最小となった候補式は、最小関数であった。従って、HSI の統合式は以下の通りである。

$$HSI = \min (SI_{cover}, SI_{food}, SI_{rep})$$

4. 引用文献

- 秋田県 (2002) 秋田県の絶滅のおそれのある野生動物 2002—秋田県版レッドデータブック—動物編. 秋田県, pp. 174
- 青森県(2010) 青森県の希少な野生動物—青森県レッドデータブック (2010年改訂版)—. 青森県, 青森, 2010, pp. 272
- 安藤尚 (1949) 一宮地方蝶の生活(2) ナミヒカゲの飼育. 佳香蝶 1(3). 23-24
- 浜栄一 (1975) 長野県の市街地周辺にすむ蝶の生活(その4). 月刊むし 55: 3-8
- 猪又敏男・松本克臣 (1995) 山溪フィールドブックス⑩ 蝶. 山と溪谷社, 東京, pp. 226
- Ishii M, Hirowatari T, Fujiwara S (1995) Species diversity of butterfly communities in 'Mt. Mikusa Coppice' for Zephyrus. *Jpn J Environ Entomol Zool* 7:134–146
- Ishii M (1996) Species diversity of butterfly communities in different environment of forests In : Tanaka B, Arita Y (eds) Decline and conservation of butterflies in Japan, vol. IV. The Lepidopterological Society of Japan, Osaka, pp 63-75
- Kobayashi T, Kitahara M, Ohkubo T, Aizawa M (2010) Relationships between the age of northern Kantou plain (central Japan) coppice woods used for production of Japanese forest mushroom logs and butterfly assemblage structure. *Biodivers Conserv* 19:2147–2166
- 福田晴夫・浜栄一・葛谷健・高橋昭・高橋真弓・田中蕃・田中洋・若林守男・渡辺康之 (1984) 原色日本蝶類生態図鑑(IV), 保育社, 東京, pp.122-125
- 福岡県(2001) 福岡県の希少野生生物—福岡県レッドデータブック 2001—. 福岡県, 福岡, pp. 324
- 熊本県(2009) 改訂・熊本県の保護上重要な野生動植物—レッドデータブック くまもと 2009—. 熊本県, 熊本 pp.357
- 新潟県(2001) レッドデータブックにいがた—新潟県の保護上重要な野生動物—. 新潟県, 新潟, pp. 162
- 白水隆 (2006) 日本産蝶類標準図鑑. 学習研究社, 東京, pp. 274-275

5. 謝辞

山梨県環境科学研究所の北原正彦博士からは、モデルの草稿に対して、有益なコメントをいただいた。ここに記して御礼申し上げたい。

ハビタット評価モデル等利用規約

1. 本モデルの著作権は(公財)日本生態系協会に帰属し、著作権法によって保護されています。当協会の許可なく本モデルをウェブサイトや印刷媒体に転載することはできません。
2. 非営利の学術研究または教育を目的として利用する場合は、出典を明記した上でご利用ください。
営利目的などその他の目的で利用する場合は、事前に当協会の許可が必要となりますので、利用申請書に必要事項を記載の上、当協会まで郵送してください。
3. 利用者が本モデルの利用や利用不能により被った直接的または間接的損害に対し、(公財)日本生態系協会は一切の責任を負いません。

お問い合わせ・送付先

(公財)日本生態系協会 生態系研究センター
ハビタット評価グループ
〒330-0802 埼玉県さいたま市大宮区宮町 1-103-1 YK ビル 6F
TEL 048-649-3860 FAX 048-649-3859

ハビタット評価モデル等利用申請書

平成 年 月 日

(公財)日本生態系協会会長 殿

申請者 団体名
代表者 ⑩
担当者
住 所
T E L
E-mail

利用規約および利用条件に同意の上、下記のとおり利用を申請します。

記

利用を希望するモデル	
利用目的 および 事業名・発注者名	
利用期間	

利用条件

1. 上記の目的以外に利用しないこと。
2. 利用結果を公表した場合は、速やかに当協会へそのコピーを提出するか、公表資料の入手方法を報告すること。